



Technischer Standard Fliegeruhren TeStaF

*Dipl.-Ing. Thomas Esser | Dipl.-Ing. Arno Gabel |
Dr. Martin Hoch | Prof. Dr.-Ing. Frank Janser |
Dr. Wolfgang Schonefeld*

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	5
1	Einleitung	6
2	Definition „Fliegeruhr“	8
3	Anforderungen	9
3.1	Funktionalität	9
3.1.1	Funktionselemente	9
3.1.2	Ablesbarkeit bei Tag	10
3.1.3	Ablesbarkeit bei Nacht	10
3.1.4	Bedienbarkeit	11
3.1.5	Ganggenauigkeit	12
3.1.6	Gangreserve	12
3.2	Widerstandsfähigkeit gegen äußere Belastungen	13
3.2.1	Umgebungsdruck	13
3.2.2	Operativer Temperaturbereich	14
3.2.3	Temperaturwechsel	14
3.2.4	Stoß- und Schlagsicherheit	14
3.2.5	G-Belastungen	14
3.2.6	Vibrationen	14
3.2.7	Wasserdichtheit	15
3.2.8	Widerstandsfähigkeit gegen flugbetriebstypische Flüssigkeiten	15
3.2.9	Magnetfelder	15

Der **Technische Standard Fliegeruhren**
liegt in einer deutschen und einer englischen Version vor.
Maßgeblich ist in Zweifelsfällen allein die deutschsprachige Version.

3.3	Sicherheit und Kompatibilität	16
3.3.1	Magnetische Signatur	16
3.3.2	Lichtreflexionen	16
3.3.3	Kompatibilität mit Cockpitbeleuchtung	17
3.3.4	Formgebung	17
3.3.5	Bandbefestigung	17
4	Ergänzende Bestimmungen	18
4.1	Prüfungen und Zertifikat	18
4.2	Begriffe und Kennzeichnung	19
4.3	Versionenbezeichnung und Überarbeitung	19
5	Anhang	20
5.1	Muster TeStaF-Zertifikat	20
6	Verzeichnis der referenzierten Publikationen und Normen	21
	Die Autoren	24
	Impressum	25

Vorwort

Viele Personen haben das Projekt „Technischer Standard Fliegeruhren“ durch sachkundigen Rat und hilfreiche Tat in wichtigen Punkten unterstützt. Ihnen allen gilt der Dank der Autoren.

Hervorzuheben sind Volker Bau (Eurocopter Deutschland GmbH, Donauwörth), Wilfried Delle (W. Ludolph GmbH & Co. KG, Bremerhaven), Ralf Geiss (ADAC Luftfahrt Technik GmbH, Bonn-Hangelar), Werner Gelhausen (Simulatorzentrum ADAC HEMS Academy GmbH, Bonn-Hangelar), Stephan Günther (ADAC Luftfahrt Technik GmbH, Bonn-Hangelar), Ulrich Jarolimek (ISP-Aachen Ingenieurgesellschaft für Sensortechnik und Prozessautomation mbH), Walter Kampschmann (Westflug Aachen Luftfahrt GmbH & Co. KG), Col. Colin Miller, M.D. (United States Army, retired), Stefan Prade (ADAC Luftrettungszentrum Aachen), Steffen Schrader (Fachhochschule Osnabrück), Dr. Bernhard Walfort (RC Tritec AG, Teufen, Schweiz).

Des Weiteren gilt Dank den Mitarbeitern der FH Aachen und von Sinn Spezialuhren GmbH, die das Projekt tatkräftig vorangetrieben haben, sowie den Mitarbeitern von Eurocopter Deutschland GmbH, die es unterstützt und hilfreich begleitet haben.

Insbesondere zu nennen sind auch die zahlreichen Piloten, die sich mit großem Engagement an der projektbegleitenden „Critical Flight Timing Requirements“-Umfrage beteiligt haben. Die Ergebnisse dieser Umfrage stellen eine wichtige Rückkoppelung des Technischen Standards Fliegeruhren mit den authentischen Erfahrungen der professionellen Nutzer von Fliegeruhren dar.

1 | Einleitung

Die Geschichte des Flugwesens ist eng mit der Geschichte der Zeitmessung verbunden. Es wurde sogar ein eigener Uhrentyp, die Fliegeruhr, hervorgebracht. Mit speziellen Funktionen und Merkmalen versehene, am Arm getragene Uhren waren die Hauptzeitmesser der rasanten Entwicklung der Fliegerei im 20. Jahrhundert. Noch heute sind sie in manchen Prototypen, Kunst- und historischen Flugzeugen das primäre Zeitmessinstrument; in anderen Fluggeräten dienen sie, auch in Zeiten satellitengestützter Zeitmessung, als Sekundärsysteme.

Allerdings ist aus der ursprünglich durch konkrete funktionale und physikalisch-technische Anforderungen charakterisierten „Fliegeruhr“ mittlerweile ein unscharfer Begriff geworden, unter den sowohl gewöhnliche Armbanduhren mit klarem Design, als auch technisch anspruchsvollere Armbanduhren mit fliegertypischen Merkmalen, wie z.B. unterdrucksicherem Glassitz, gefasst werden. Eine eindeutige Definition, wie etwa für Taucheruhren (DIN 8306 / ISO 6425), existiert für Fliegeruhren nicht.

Das Fluglabor des Fachbereichs Luft- und Raumfahrttechnik der FH Aachen und Sinn Spezialuhren GmbH in Frankfurt am Main haben einen Standard erarbeitet, welche Anforderungen mechanische Armband-Fliegeruhren mit analoger Zeitanzeige beim zivilen Flugbetrieb nach Sicht- bzw. Instrumentenflugregeln heute erfüllen müssen. Der Standard ist sowohl theoretisch, durch systematische Analyse der einschlägigen Luftfahrttaffinen Vorschriften, als auch empirisch, u.a. durch anwendungsorientierte Experimente sowie durch eine detaillierte Befragung von Piloten verschiedener Fluggeräteklassen¹, abgesichert. Schließlich wurden die so gewonnenen Erkenntnisse im Detail in einem Praxistest überprüft und bestätigt.

Die Einhaltung dieses „Technischen Standards Fliegeruhren“ (TeStaF) gibt die Sicherheit, dass eine Armanduhr die einschlägigen funktionalen und technisch-physikalischen Anforderungen an Zeitmessvorrichtungen in den verschiedenen Fluggeräteklassen erfüllt.

1 „Critical Flight Timing Requirements Survey“, eine qualitative Befragung mit Fragebogen und Nachfragen, durchgeführt von Martin Hoch von April bis August 2008. Befragt wurden über 20 Piloten verschiedener Fluggeräteklassen (darunter alle wichtigen Fluggeräteklassen CS-22, CS-23, CS-25, CS-27 und CS-29), die insgesamt über 30 verschiedene Fluggeräte repräsentierten.

2 | Definition „Fliegeruhr“

Aufgabe einer Fliegeruhr ist es, als primäres Zeitmessinstrument im Fall des simultanen Versagens der zeitmessenden Bordinstrumente oder bei Verdacht einer Störung derselben dem Luftfahrzeugführer zu ermöglichen, die für die Durchführung des Fluges erforderlichen zeitabhängigen Flugmanöver zu planen und durchzuführen, und auf diese Weise die in Fluggeräten vorgeschriebenen bzw. vorhandenen Einrichtungen zur Zeitmessung² in vollem Umfang zu ersetzen.

Eine Fliegeruhr wird durch die physikalischen Belastungen des regulären Flugbetriebs sowie durch unerwartete Störungen desselben in ihrer Funktionalität nicht eingeschränkt. Sie ist unter allen Bedingungen leicht und sicher bedienbar und ablesbar. Sie stellt kein Risikopotenzial für Besatzungsmitglieder, andere Instrumente oder das Fluggerät dar.

² EU-OPS (=JAR-OPS 1) 1.630 c (3) gemäß EU-OPS (=JAR-OPS 1) 1.650 (b) und 1.652 (b); JAR-OPS 3.630 c (2) gemäß JAR-OPS 3.650 (b) und 3.652 (b); CS-23 Buch 2, Appendix 6, CS-25.1303, CS-29.1303; 3. DV LuftBO § 2 (1) 2 Buchstabe j und *ibid.* § 5 (1) 4; FAR 25.1303, 29.1303, 91.205 und 121.305.

3 | Anforderungen

3.1 | Funktionalität

3.1.1 | Funktionselemente

Mindestanforderungen für Flüge nach Sichtflugregeln (VFR) bzw. Instrumentenflugregeln (IFR):

Mindestanforderungen	VFR	IFR
Armbanduhr mit 12- oder 24-Stundenanzeige und Minutenanzeige	✓	✓
Zentraler Sekundenzeiger ³	✓	
Stoppeinrichtung mit mindestens 30 Minuten Messdauer ⁴		✓
Zentrale Stoppsekundenanzeige		✓
Permanenter Sekundenzeiger zur Funktionskontrolle ⁵		✓
Beidseitig drehbarer Drehring mit mindestens einer Markierung zur Zeitmessung ⁶	✓	✓
Einrichtung zum sekundengenauen Einstellen der Uhrzeit (Sekundenstopp)	✓	✓

³ Die Notwendigkeit der zentralen Sekundenanzeige ergibt sich aus CS-25.1303 und CS-29.1303 sowie aus FAR 25.1303, 29.1303, 91.205 und 121.305. Die Sekundenanzeige ist auch in den in Fußnote 3 genannten EU-OPS bzw. JAR-OPS sowie in 3. DV LuftBO § 5 (1) 4 gefordert.

⁴ Esser S. 17.

⁵ Esser S. 17.

⁶ Esser S. 17.

3.1.2 | Ablesbarkeit bei Tag

- (a) Zeitanzeige, Drehring und Stoppeinrichtung (falls vorhanden) müssen eine schnelle und eindeutige sekunden- bzw. minutengenaue Ablesbarkeit aufweisen.
- (b) Als bei Tageslicht sichtbare Farben können schwarz, weiß sowie weitere Farben außer rot verwendet werden.⁷
- (c) Die Kontraste von Zifferblattmarkierungen zu -hintergrund, Zeigern zu Zifferblatthintergrund und Drehringmarkierungen zu Drehringkörper müssen möglichst groß sein. Das Helligkeitsverhältnis zwischen Markierungen und Hintergrund muss unter Standardbedingungen mindestens 14:1 betragen⁸. Die Messung ist an der einsatzbereiten Uhr, also unter Mitwirkung des Uhrenglases, durchzuführen.

3.1.3 | Ablesbarkeit bei Nacht

- (a) Zeitanzeige und Stoppvorrichtung (falls vorhanden) müssen ohne manuelle Betätigung von Bedienelementen unter Berücksichtigung von Abschnitt 3.1.3. (b) und Abschnitt 3.3.3 auf mindestens fünf Minuten bzw. fünf Sekunden genau nachtalesbar sein.
- (b) Die Uhr muss unter Berücksichtigung von Abschnitt 3.1.2 (c) selbst- oder nachleuchtende Markierungen für folgende Elemente aufweisen (inverse Belegung mit Leuchtfarbe ist möglich):

⁷ Der Farbe rot ist nach CS 22.1322, CS 23.1322, CS 25.1322, CS 27.1322, CS 29.1322, CS-VLA.1322 und CS-VLR.1322 besondere und eindeutige Warnfunktion im Flugwesen zugeordnet.

⁸ Zu den Standardbedingungen zählen: Zu prüfende zentral angeordnete Zeiger müssen zu mindestens 30 % ihrer auf die Zeigerspitze zulaufenden Fläche und chronographentypische dezentrale („kleine“) Zeiger müssen auf ihrer gesamten auf die Zeigerspitze zulaufenden Fläche einen Mindestkontrast von 14:1 zum überstrichenen Hintergrund aufweisen. Als Hintergrund der Zeiger gilt die Zifferblattoberfläche, wo sie nicht ihrerseits durch eine zifferblattkontrastierende Bedruckung mit Skalen und/oder Ziffern verdeckt ist; sofern chronographentypische dezentral angeordneten Hilfszifferblätter vom Hauptzifferblatt farblich abgesetzt sind, ist für die Kontrastmessung der zentralen Zeiger der kontrastärmere Hintergrund maßgebend.

Selbst- oder nachleuchtende Markierungen	VFR	IFR
Alle Stundenindices	✓	✓
Die Stunden- und Minutenzeiger	✓	✓
Zentraler Sekundenzeiger	✓	
Die 5-Minuten-Markierungen der Stoppminutenindices (sofern nicht mit den Stundenindices identisch)		✓
Die Stoppminuten- und Stoppsekundenzeiger		✓
Mindestens eine Markierung auf dem Drehring	✓	✓

- (c) Als Lumineszenzfarbe darf rot nicht verwendet werden.⁹
- (d) Die eindeutige Orientierung des Zifferblattes im Dunkeln muss durch eine geeignete Formgebung der Leuchtelemente gegeben sein.
- (e) Drei Stunden nach erfolgter vollständiger Aufladung und in völliger Dunkelheit muss die Lesbarkeit der in 3.1.3. (b) genannten Elemente gemäß den Anforderungen von NIHS 97-21 / ISO 17514, Abschnitt 4.2.2 gegeben sein.¹⁰ Die Prüfung ist an der einsatzbereiten Uhr, also unter Mitwirkung des Uhrenglases, durchzuführen.

3.1.4 | Bedienbarkeit

- (a) Zur Sicherstellung einer taktilen Rückmeldung muss der in beide Richtungen drehbare Drehring eine spürbare Minutenrastung haben. Die Bedienelemente der Zeitmessvorrichtung (falls vorhanden) müssen einen deutlich spürbaren Druckpunkt aufweisen.¹¹
- (b) Die Funktion der Bedienelemente muss über den gesamten Temperaturbereich nach Abschnitt 3.2.2 (a) sichergestellt sein.
- (c) Die Bedienbarkeit der Uhr und der Bedienelemente muss auch mit flugbetriebstypischen Handschuhen zuverlässig möglich sein.

⁹ Siehe Fußnote 7.

¹⁰ Gemäß dem Stand der Technik bei aktuell verfügbaren Leuchtmitteln.

¹¹ Esser S. 21.

3.1.5 | Ganggenauigkeit

- (a) Die Prüfung der Ganggenauigkeit erfolgt bei ausgeschalteter Stoppeinrichtung (soweit vorhanden) und folgenden Temperaturen: Bei -15° C, +23° C und +55° C. Sollten nach Abschnitt 3.2.2 (a) andere Extremwerte des operativen Temperaturbereichs angegeben sein, ersetzen diese die Prüfungen bei -15° C bzw. +55° C.
- (b) Die Prüfung erfolgt in den folgenden vier Lagen: 6 oben, 9 oben, Zifferblatt oben, Gehäuseboden oben.
- (c) Die Prüfung erfolgt bei Volllaufzug.
- (d) Bei allen Prüfungen der Ganggenauigkeit dürfen die Gangwerte in den einzelnen Prüflagen bei allen Prüftemperaturen +/- 30 Sekunden pro Tag nicht überschreiten.¹² Bei +23° C beträgt die zulässige Streubreite der einzelnen Gänge 15 Sekunden pro Tag.¹³ Die Bestimmungen in Abschnitt 3.2.4 sind unabhängig von den hier genannten Werten.

3.1.6 | Gangreserve

Die Uhr muss nach Volllaufzug mindestens 36 Stunden angetrieben werden, ohne dass ein weiteres Aufziehen der Antriebsfeder erforderlich ist.¹⁴ Falls eine Stoppeinrichtung vorhanden ist, müssen die ersten drei Stunden der Messung bei eingeschalteter Stoppeinrichtung erfolgen.

¹² Bei einem einmal täglichen Stellen der Uhr müssen Zeiten auf eine Minute genau eingehalten werden können; siehe Esser S. 21–22.

¹³ Die Streubreite der Gänge ist der Absolutbetrag der größten Differenz zwischen dem Mittelwert des Ganges und einem der Gänge in den Prüflagen. Begrifflichkeit und Grenzwert lehnen sich an die Chronometernorm DIN 8319 / ISO 3519.

¹⁴ MIL-PRF-46374G Abschnitt 3.4.2.1.1. Ausgegangen wird von einer erforderlichen Laufzeit von mindestens 24 Stunden sowie einer Sicherheitsmarge von 50 %.

3.2 | Widerstandsfähigkeit gegen äußere Belastungen

Alle in Abschnitt 3.2 genannten Anforderungen müssen ohne Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit, ohne äußere Beschädigung und ohne Verlust von festen oder beweglichen Teilen der Uhr oder des Glases erfüllt werden. Die Anforderungen an die Ganggenauigkeit nach Abschnitt 3.1.5 (bei +23° C) sind dabei jeweils einzuhalten und es ist jeweils eine Kontrolle des Massedurchflusses nach DIN 8310, Abschnitt 6.4.1 durchzuführen, soweit nicht anders bestimmt. Dies ist nach jedem in Abschnitt 3.2 aufgeführten Punkt zu überprüfen, außer bei den Punkten 3.2.2, 3.2.4, 3.2.8 und 3.2.9.

3.2.1 | Umgebungsdruck

- (a) Unter der Annahme, dass in der Uhr ein Innendruck von 1,013 bar herrscht, muss die Uhr eine innerhalb von 15 Sekunden erfolgende Verringerung des Umgebungsdrucks von 0,752 auf 0,044 bar (entsprechend einem Differenzdruck 0,708 bar) überstehen.¹⁵ Unmittelbar anschließend muss der Außendruck von 0,044 bar über mindestens zwei Stunden ohne Unterbrechung aufrechterhalten werden.¹⁶ Mit dem Abstand von einer Stunde muss die Prüfung wiederholt werden. Nach jeder Prüfung ist eine Sichtprüfung, insbesondere im Hinblick auf einen veränderten Glassitz, erforderlich. Im Anschluss an die zweite Prüfung ist eine Wasserdichtheitsprüfung gemäß Abschnitt 3.2.7 durchzuführen.
- (b) Eine Druckdifferenz von 0,261 bar muss mindestens 2.000-mal durchlaufen werden, um einen Wechselzyklus des Umgebungsdrucks von 1,013 bar auf 0,752 bar auf 1,013 bar zu simulieren.¹⁷

¹⁵ ED-14F, Abschnitt 4, Kategorien A1 bis A4, Test nach Abschnitt 4.6.2; siehe Esser S. 36–38.

¹⁶ ED-14F, Abschnitt 4, Kategorie E1, Test nach Abschnitt 4.6.1; siehe Esser S. 36–38.

¹⁷ Esser S. 38–39.

3.2.2 | Operativer Temperaturbereich

- (a) Der operative Temperaturbereich, innerhalb dessen die Uhr mit der in Abschnitt 3.1.5 definierten maximalen Gangabweichung funktionieren muss, ist vom Hersteller anzugeben (siehe Abschnitt 4.1).¹⁸
- (b) Dieser Temperaturbereich muss mindestens den Bereich von -15° C bis +55° C umfassen.¹⁹

3.2.3 | Temperaturwechsel

Ein Wechsel der Umgebungstemperatur zwischen den beiden Extremen des operativen Temperaturbereichs nach Abschnitt 3.2.2 (a) muss innerhalb von 5 Minuten durchgeführt werden.²⁰ Der Temperaturwechsel muss in beide Richtungen erfolgen.

3.2.4 | Stoß- und Schlagsicherheit

Prüfung gemäß DIN 8308 / ISO 1413.

3.2.5 | G-Belastungen

Die Uhr muss einer Beschleunigung von 6 g in jeder der in Abschnitt 3.1.5. (b) genannten Lagen und einer Dauer von jeweils einer Minute standhalten.²¹

3.2.6 | Vibrationen

Die Uhr muss einer Prüfung bei einer einheitlich variierenden Frequenz zwischen 2 Hz und 10 Hz sowie zwischen 30 Hz und 60 Hz und einer Amplitude von $0,762 \pm 0,127$ mm gemäß MIL-PRF-46374G, Tabelle 1 und Abschnitte 3.5.1 sowie 4.6.5.9 standhalten.²²

¹⁸ Esser S. 66–67.

¹⁹ Mindestwerte nach ED-14F, Abschnitt 4, Tabelle 4-1.

²⁰ ED-14F, Abschnitt 5, Kategorie S2; siehe Esser S. 70.

²¹ CS 23.337; Esser S. 40–43.

²² MIL-PRF-46374G Tabelle 1 und Abschnitte 3.5.1 sowie 4.6.5.9, ergänzt um die Umgebung der gängigen Eigenschwingungsfrequenzen mechanischer Uhrwerke (2,5 Hz bis 5 Hz). Aufgrund der Vielzahl der Möglichkeiten von vibrationsbedingten Belastungen in Fluggeräten (die unter anderem abhängig sind von Art und Typ des Fluggeräts und des Triebwerks, deren aktuellem Zustand, der konkreten Flugsituation bzw. Motorleistung, der Haltung und dem Sitz des Piloten und der Art, wie die Uhr getragen wird) können derzeit keine weitergehenden, für alle Fluggeräteklassen verbindlichen Vorgaben gemacht werden. Hier sind weitere Forschungsarbeiten sinnvoll.

3.2.7 | Wasserdichtheit

In Anlehnung an DIN 8310 / ISO 2281, gemäß Abschnitt 6.4.2 Tabelle 1, ohne Berücksichtigung von Tabelle 2. Die Durchführung regeln die Abschnitte 6.4.3 und 6.4.5.²³

3.2.8 | Widerstandsfähigkeit gegen flugbetriebstypische Flüssigkeiten

Gehäuse, Glas und Dichtungsmaterialien dürfen durch gelegentlichen und kurzen Kontakt mit flugbetriebstypischen Flüssigkeiten bei einer Umgebungstemperatur von +23°C gemäß der folgenden Tabelle nicht beschädigt werden:²⁴

Treibstoffe	Kerosin (Jet A-1)
	Benzin (AvGas)
	Diesel
Schmierstoffe	Mineralöl-basiert
	Ester-basiert (synthetisch)
Lösungs- und Reinigungsmittel	Isopropylalkohol
	vergällter Alkohol (Spiritus)
Enteisungsflüssigkeiten	Ethylenglykol
	Propylenglykol

Die Prüfung kann als Einzelteilprüfung durchgeführt werden.

3.2.9 | Magnetfelder

Test gemäß DIN 8309 / ISO 764.²⁵ Abschnitt 3.1.5 des TeStaF wird nicht angewendet. Die Prüfung kann durch eine Konformitätserklärung bzw. technische Dokumentation des Herstellers bzw. eines Zulieferers ersetzt werden, die beim Prüfinstitut verbleibt. Ihr Vorliegen wird auf dem Zertifikat bescheinigt.

²³ Siehe Esser S. 39–40; ISO 22810 hat zwischenzeitlich ISO 2281 abgelöst. Die Verfasser sind sich bewusst, dass die Aussagekraft von Kondenswasserprüfungen, wie sie in der ISO 22810 und DIN 8310 verlangt werden, u.a. wegen mangelnder Vergleichbarkeit angezweifelt werden kann und daher noch verbesserungswürdig ist.

²⁴ Siehe Esser S. 61–64.

²⁵ Siehe Esser S. 23–27.

3.3 | Sicherheit und Kompatibilität

3.3.1 | Magnetische Signatur

Die Beeinflussung eines handelsüblichen, für den Betrieb von Luftfahrzeugen zugelassenen Magnetkompasses durch eine in unmittelbarer Nähe (10mm) befindliche Uhr im Zustand nach unmittelbar vorausgegangener Entmagnetisierung mit einem uhrenbranchen- und handelsüblichen Gerät darf den Wert von 2,5° nicht überschreiten.^{26 27}

3.3.2 | Lichtreflexionen

Zur Vermeidung von Blendwirkung auf Besatzungsmitglieder sowie Sicherstellung der Ablesbarkeit müssen in getragennem Zustand:

- (a) Lichtreflexionen des Uhrglases durch eine Entspiegelung nach dem Stand der Technik weitgehend reduziert werden.
- (b) Lichtreflexionen des Gehäuses, der Bedienelemente, des Zifferblattes, der Zeiger, der Indices, des Bandes und der Schließe durch die geeignete Bearbeitung bzw. Gestaltung der Oberflächen weitgehend reduziert werden.

²⁶ In Anlehnung an ED-14F Abschnitt 15, Kategorie Y; siehe Esser S. 27–31. Die zulässige Abweichung von 1° (ED-14F) wurde auf 2,5° angepasst, um der maximalen Ablesegenauigkeit handelsüblicher Flugzeugkompassrechnung zu tragen; der Mindestabstand wurde von 0mm auf 10 mm angehoben, da ein Ablesen des Kompasses bei unmittelbarem Kontakt mit der Uhr unüblich ist.

²⁷ Die Messungen an der Uhr erfolgen in der Position „Zifferblatt oben“ mit den Ausrichtungen 3, 6, 9 und 12 Uhr auf eine jeweils ausgewählte Kompassposition und jeweils um 45° dazu verschoben, ggf. an der Krone – falls nicht durch eine der vorgenannten Positionen abgedeckt – sowie mittig über dem Deckglas der Uhr. Diese Messungen werden an drei Positionen des Kompasses durchgeführt (siehe Esser S. 30); die Distanz zwischen den Gehäusen von Uhr und Kompass an dieser Stelle beträgt 10 mm. Darüber hinaus muss das Armband (einschließlich der Schließe) mit der Außenseite zum Kompass durch denselben Messpunkt relativ zum Kompass geführt und die Wirkung auf den Kompass in Abständen von 15 mm, ausgehend vom Mittelpunkt der Schließe in beide Richtungen des Armbandes, gemessen werden. Bei keinem der Messwerte von Uhr bzw. Armband darf die Ablenkung des Kompasses den Wert von 2,5° überschreiten.

3.3.3 | Kompatibilität mit Cockpitbeleuchtung

Die Ablesbarkeit anderer Instrumente im Cockpit darf durch das Selbst- bzw. Nachleuchten der Uhr gemäß Abschnitt 3.1.3 nicht beeinträchtigt werden.

3.3.4 | Formgebung

Die Formen des Gehäuses sowie der Bedienelemente müssen möglichst wenig hervorstehende Teile aufweisen, um ein Verhaken der Uhr in der Ausrüstung des Nutzers zu vermeiden. Ebenso sollen dadurch ein Verhaken an oder Blockieren von beweglichen oder fest eingebauten Teilen des Fluggeräts vermieden werden.

3.3.5 | Bandbefestigung

Das Arbandsystem muss einem Zug von mindestens 200 N gemäß DIN 8306 / ISO 6425, Abschnitt 7.5.1 ohne Beschädigung widerstehen können.²⁸

²⁸ Die Uhr muss sicher am Arm befestigt sein, um einen Verlust der Uhr während des Fluges und daraus resultierende Verletzungen von Personen bzw. die Blockierung von Steuer- und Kontrollelementen zu vermeiden.

4 | Ergänzende Bestimmungen

4.1 | Prüfungen und Zertifikat

- (a) Über die durch eine Bauartprüfung nachgewiesene Erfüllung aller in den Abschnitten 3.1 bis 3.3 beschriebenen Anforderungen stellt das Aachen Institute of Applied Sciences (AIAS) e.V. auf der Grundlage einer Prüfvereinbarung und des daraus folgenden Prüfberichts für jeden definierten Seriennummernkreis baugleicher Uhren ein Zertifikat aus (Muster siehe Abschnitt 5).
- (b) Der Hersteller sichert zu, dass alle Uhren eines Seriennummernkreises technisch baugleich mit den Prüfobjekten sind. Eventuelle technische Änderungen innerhalb eines geprüften Seriennummernkreises müssen beim Prüfinstitut vorgelegt und von diesem in schriftlicher Form freigegeben werden. Gegebenenfalls können ergänzende Teilprüfungen durchgeführt werden.
- (c) Das Zertifikat beinhaltet die Angabe des operativen Temperaturbereichs gemäß Abschnitt 3.2.2 (a).
- (d) Das Zertifikat enthält weiterhin die Bestimmung, dass seine Gültigkeit für die einzelnen Uhren aus dem definierten Seriennummernkreis an die Zusicherung des Herstellers gebunden ist, dass jede in den Handel gebrachte Uhr die Anforderungen der Einzelprüfungen gemäß den Abschnitten 3.1.5 (Ganggenauigkeit), 3.1.6 (Gangreserve) sowie 3.2.7 (Wasserdichtheit) erfüllt.

4.2 | Begriffe und Kennzeichnung

- (a) „TeStaF“ und das TeStaF-Logo sind eingetragene Marken.
- (b) Nur Uhren, die die Bestimmungen nach Abschnitt 4.1 erfüllen, dürfen auf dem Gehäuse und/oder dem Zifferblatt und/oder begleitenden Dokumenten mit dem Begriff „TeStaF“ und/oder dem TeStaF-Logo gekennzeichnet sein.
- (c) Jede TeStaF-gekennzeichnete Uhr muss mit einer individuellen Seriennummer aus dem geprüften Seriennummernkreis versehen sein.

4.3 | Versionenbezeichnung und Überarbeitung

- (a) Die vorliegende Fassung des TeStaF ist Version 01 (2012).
- (b) Informationen zum TeStaF, einschließlich der aktuellen Fassung der Prüfvereinbarung und der Anzahl der erforderlichen Prüfkörper, können eingesehen werden unter: www.testaf.org
- (c) Die Koordination der Überarbeitung und Weiterentwicklung des TeStaF obliegt einem wissenschaftlichen Beirat.
- (d) Anregungen zur Überarbeitung bzw. Weiterentwicklung des TeStaF sind ausdrücklich erwünscht über die Kontaktinformationen auf der oben angegebenen Internetadresse.

5 | Anhang

5.1 | Muster TeStaF-Zertifikat

[Bezeichnung der zertifizierenden Institution]

Zertifikat Technischer Standard Fliegeruhren

Mit diesem Zertifikat wird bescheinigt, dass die im Folgenden genannten Uhren die Bauartprüfung gemäß dem Technischen Standard Fliegeruhren (TeStaF), Version 01 (2012) bestanden haben:

Hersteller:
Modellbezeichnung der Uhr:
Seriennummernkreis:
Modellbezeichnung des Armbands:

Die Zertifizierung erfolgt gemäß Abschnitt 3.1.1 des TeStaF für Flüge nach

Sichtflugregeln ☐
Instrumentenflugregeln ☐

und gemäß Abschnitt 3.2.2 des TeStaF

für den Temperaturbereich von - ° C bis + ° C.

Die Kompatibilitätserklärung des Herstellers und/oder Zulieferers zum Bestehen der Bauartprüfung des Abschnitts 3.2.9 des TeStaF liegt dem Prüfinstitut vor.

Die Gültigkeit dieses Zertifikats für die einzelnen Uhren aus dem oben genannten Seriennummernkreis ist an die Zusicherung des Herstellers gebunden, dass jede in den Handel gebrachte Uhr die Anforderungen der Einzelprüfungen (vom Hersteller durchzuführen) gemäß der folgenden Abschnitte des TeStaF erfüllt:

3.1.5 Ganggenauigkeit
3.1.6 Gangreserve
3.2.7 Wasserdichtheit

Diese Zusicherung, die mit der Angabe von Ort, Datum und der Unterschrift eines verantwortlichen Mitarbeiters des Herstellers versehen ist, liegt dem Prüfinstitut vor.

Durch die Erfüllung der Anforderungen des TeStaF wird bestätigt, dass die hier genannten Uhren für den professionellen Einsatz als Fliegeruhren geeignet sind. Für die langfristige Nutzung wird die Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Service-Intervalle, eine regelmäßige Überprüfung von Ganggenauigkeit, Gangreserve und Wasserdichtheit sowie eine Sicht- und Funktionsprüfung empfohlen.

[Ort, Datum, Unterschrift des Verantwortlichen]

6 | Verzeichnis der referenzierten Publikationen und Normen

3. DV LuftBO	<i>Dritte Durchführungsverordnung zur Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (Ausrüstung und Betrieb des Luftfahrtgerätes außerhalb von Luftfahrtunternehmen) vom 19. März 2009 Bekanntgegeben vom Luftfahrt-Bundesamt, Braunschweig. Veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 48 vom 27.03.2009</i>
CS-22	<i>EASA Certification Specifications for Sailplanes and Powered Sailplanes CS-22. Brüssel: European Aviation Safety Agency, November 2003</i>
CS-23	<i>EASA Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Catergory Aeroplanes CS-23. Brüssel: European Aviation Safety Agency, November 2003</i>
CS-25	<i>EASA Certification Specifications for Large Aeroplanes CS-25. Brüssel: European Aviation Safety Agency, Oktober 2003</i>
CS-27	<i>EASA Certification Specifications for Small Rotorcraft CS-27. Brüssel: European Aviation Safety Agency, November 2003</i>
CS-29	<i>EASA Certification Specifications for Large Rotorcraft CS-29. Brüssel: European Aviation Safety Agency, November 2003</i>
CS-VLA	<i>EASA Certification Specifications for Very Light Aeroplanes CS-VLA. Brüssel: European Aviation Safety Agency, November 2003</i>
CS-VLR	<i>EASA Certification Specifications for Very Light Rotorcraft CS-VLR. Brüssel: European Aviation Safety Agency, November 2003</i>
DIN 8306 / ISO 6425	<i>DIN 8306 Taucheruhren. Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., September 1983 Weitgehend identisch mit ISO 6425:1996 Divers' watches</i>

DIN 8308 / ISO 1413	<i>DIN 8308 Stoßsicherheit bei Kleinuhren. Begriff – Anforderungen – Prüfung.</i> Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Februar 1981 Weitgehend identisch mit <i>ISO 1413:1984 Horology – Shock-resistant watches</i>	FAR 91.205	<i>Federal Aviation Regulations Part 91 General Operating and Flight Rules, Section 91.205.</i> Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), Juni 2007
DIN 8309 / ISO 764	<i>DIN 8309 Antimagnetische Eigenschaften von Kleinuhren. Begriff – Anforderungen – Prüfung.</i> Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Februar 1981 Weitgehend identisch mit <i>ISO 764:2002 Horology – Magnetic resistant watches</i>	FAR 121.305	<i>Federal Aviation Regulations Part 121 Operating Requirements: Domestic, Flag and Supplemental Operations, Section 121.305.</i> Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), März 1997
DIN 8310 / ISO 2281	<i>DIN 8310 Wasserdichtheit von Kleinuhren. Begriff – Anforderungen – Prüfung.</i> Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Dezember 1984 Weitgehend identisch mit <i>ISO 2281:1990 Horology – Water-resistant watches</i>	ISO 22810	<i>Horology – Water-resistant watches.</i> Genf: International Organization for Standardization, August 2010
DIN 8319 / ISO 3159	<i>DIN 8319 Teil 1 Chronometer. Armbandchronometer mit einer Frequenz des Schwingsystems ≤ 1000 Hz. Begriff – Anforderungen – Prüfung.</i> Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Oktober 1980 Weitgehend identisch mit <i>ISO 3159:1976 Timekeeping instruments - Wrist-chronometers with spring balance oscillator</i>	JAR-OPS 1	<i>Joint Aviation Requirements JAR-OPS 1 deutsch. Bestimmungen über die gewerbsmäßige Beförderung von Personen und Sachen in Flugzeugen in der Fassung vom 1. März 2006.</i> Bekanntgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn. Veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 131a vom 15.7.2006
ED-14F	<i>EUROCAE ED-14F Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment.</i> Malakoff (F): The European Organization for Civil Aviation Equipment, März 2008	JAR-OPS 3	<i>Joint Aviation Requirements JAR-OPS 3 deutsch. Bestimmungen über die gewerbsmäßige Beförderung von Personen und Sachen in Hubschraubern vom 28. Januar 2008.</i> Bekanntgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn. Veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 64a vom 25.04.2008
Esser	Esser, Thomas: <i>Technischer Standard Fliegeruhren. Belastungen auf Fliegeruhren und deren wichtige Merkmale.</i> Diplomarbeit im Studiengang Luft- und Raumfahrttechnik der FH Aachen. Aachen: September 2009	MIL-PRF-46374G	<i>Mil-PRF-46374G Performance Specification Watch, Wrist: General Purpose.</i> Washington, DC: Department of Defense (USA), 12. November 1999 [validiert ibid. 19. Dezember 2007]
EU-OPS 1	<i>Verordnung (EG) Nr. 8/2008 der Kommission vom 11. Dezember 2007 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3922/91 des Rates in Bezug auf gemeinsame technische Vorschriften und Verwaltungsverfahren für den gewerblichen Luftverkehr mit Flächenflugzeugen.</i> Bekanntgegeben von der Europäischen Kommission, Brüssel. Veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L10 vom 12.1.2008	NIHS 97-21 / ISO 17514	<i>NIHS 97-21 Zeitmessinstrumente – Fotolumineszenz-beschichtungen – Prüfmethode und Anforderungen.</i> Winterthur: Schweizerische Normen-Vereinigung, Juni 2006 [geändert Mai 2008] Weitgehend identisch mit <i>ISO 17514:2004 Time-measuring instruments – Photoluminescent deposits – Test methods and requirements</i>
FAR 25.1303	<i>Federal Aviation Regulations Part 25 Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes, Section 25.1303.</i> Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), März 1997		
FAR 29.1303	<i>Federal Aviation Regulations Part 29 Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft, Section 29.1303.</i> Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), Januar 2005		

Die Autoren

Dipl.-Ing. Thomas Esser, Mitarbeiter am Strömungs- und Fluglabor des Fachbereichs Luft- und Raumfahrttechnik der FH Aachen

Dipl.-Ing. Arno Gabel, Prokurist und Leiter Sonderprojekte, Sinn Spezialuhren GmbH; Projektleiter „Technischer Standard Fliegeruhren“ für Sinn Spezialuhren GmbH

Dr. phil. Martin Hoch, wissenschaftlicher Projektkoordinator „Technischer Standard Fliegeruhren“

Prof. Dr.-Ing. Frank Janser, Professor für Strömungslehre und Aerodynamik und Leiter des Strömungs- und Fluglabors des Fachbereichs Luft- und Raumfahrttechnik der FH Aachen; Projektleiter „Technischer Standard Fliegeruhren“ für die FH Aachen

Dr. phil. Dipl.-Phys. Wolfgang Schonefeld, Leiter Technische Entwicklung, Sinn Spezialuhren GmbH

Impressum

„TeStaF“ ist eine eingetragene Marke. Siehe hierzu Abschnitt 4.2.

Herausgeber | Rektor der FH Aachen

Kalverbenden 6 | 52066 Aachen

T +49. 241. 6009 0 | F +49. 241. 6009 51090

www.fh-aachen.de

Verantwortlich (i.S.d.P) | Prof. Dr.-Ing. Frank Janser

Inhaltliche Konzeption und Redaktion | Dr. Martin Hoch

Layout und Satz | Silvia Crummenerl

Druck | printproduction, Aachen

Auflage / Erscheinungsjahr | 1.000 Exemplare / 2012

Verlag | Helios Verlags- und Buchvertriebsgesellschaft, Aachen

www.helios-verlag.de | ISBN 978-3-86933-019-8

